

**Desain Dan Simulasi *Cascaded H-Bridge Multilevel*
Inverter Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa
Berdasarkan *Variable Speed Drive***

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata I
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun Oleh :

Hafandi
201310130311003

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

Desain Dan Simulasi *Cascaded H-Bridge Multilevel* Inverter Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berdasarkan *Variable Speed Drive*

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang**

Disusun Oleh:
Hafandi
NIM. 201310130311003

Diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I


Ir. Nurhadi, MT
NIDN. 0731126202

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Ermanu A.H., MT
NIDN.0705056501

LEMBAR PENGESAHAN


Desain Dan Simulasi *Cascaded H-Bridge Multilevel* Inverter Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis *Variable Speed Drive*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang


Disusun Oleh :
Hafandi
NIM. 201010130311006

Tanggal Ujian : 21 Oktober 2017
Periode Wisuda : IV

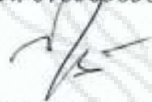
Disetujui oleh :


Ir. Nurhadi, MT
NIDN. 0731126202

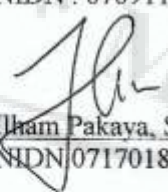
Pembimbing I


Dr. Ir. Ermanu A.H., MT
NIDN. 0705056501

Pembimbing II


Dr. Zulfatman, ST., MEng
NIDN. 0709117804

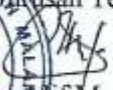
Penguji I


Ilham Pakaya, ST
NIDN. 0717018801

Penguji II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Nur Aliif Mardiyah, MT
NIDN. 0718036502

LEMBAR PERNYATAAN

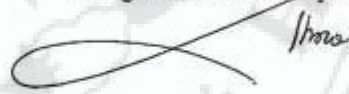
Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : HAFANDI
Tempat/Tgl Lahir : Sampang, 03 Oktober 1994
NIM : 201310130311003
FAK./JUR. : TEKNIK/ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "**Desain Dan Simulasi Cascaded H-bridge Multilevel Inverter Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Variable Speed Drive**" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.


Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 27 Oktober 2017
Yang Membuat Pernyataan



(Hafandi)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Nurhadi, MT
NIDN.0731126202

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Ermanu A.H., MT
NIDN.0705056501

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari bagaimana mengendalikan kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan multilevel inverter *cascaded h-bridge multilevel inverter*. Metode pemicuan multilevel inverter menggunakan teknik *in-phase disposition* PWM dimana semua sinyal pembawa berada pada sudut fasa yang sama, sedangkan metode kontrol didasarkan pada prinsip operasi *Field-Oriented Control* (FOC). FOC digunakan sebagai pengaturan amplitud dan frekuensi untuk mengendalikan kecepatan motor induksi melalui teknik pengendalian multilevel inverter. Simulasi dilakukan pada *software Simulink* Matlab 2014a dengan berbagai beban yang bervariasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa variasi beban dalam 3 beban yang berbeda, motor induksi dapat berputar sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Bahkan dapat meredam gangguan harmonisa pada sistem dengan total *harmonic* tegangan yang kecil.

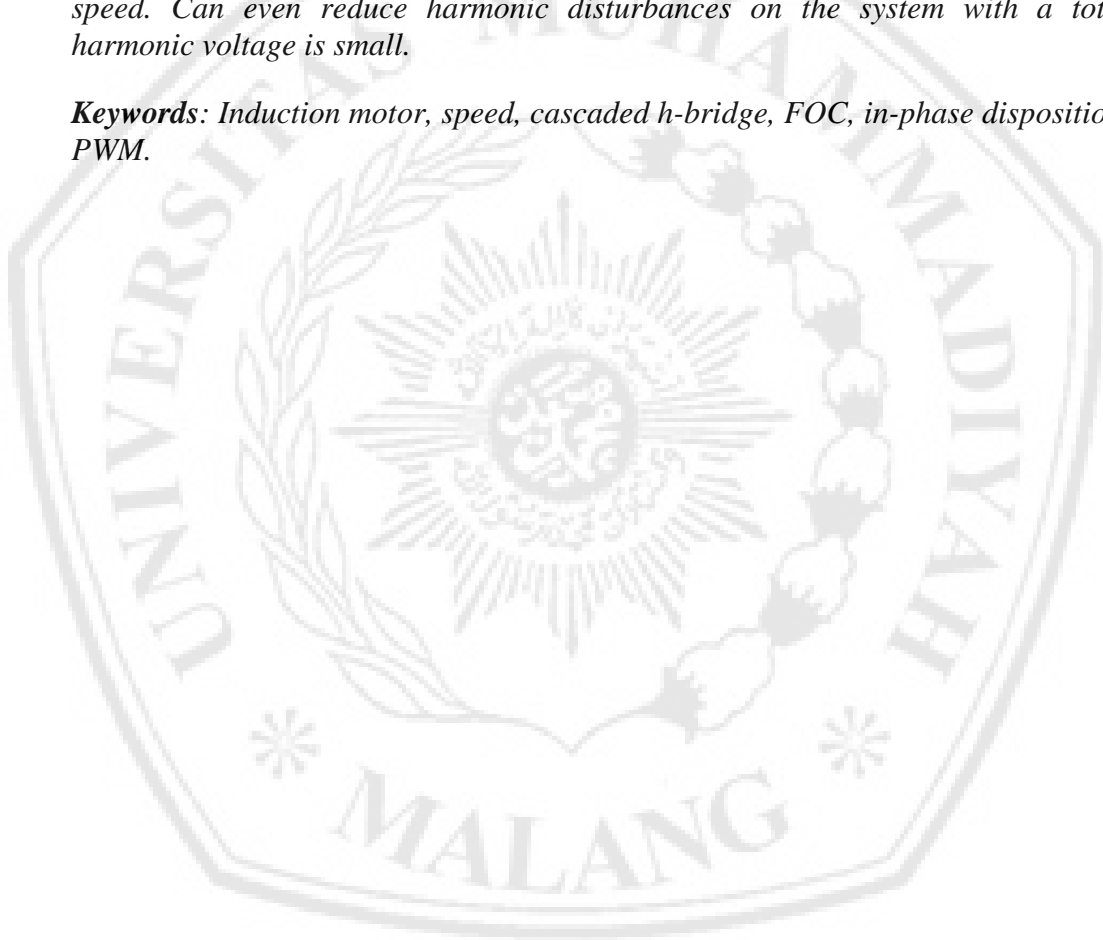
Kata kunci: motor induksi, kecepatan, *cascaded h-bridge*, FOC, *in-phase disposition* PWM.



ABSTRACT

This study studied how to control the speed of three phase induction motor using multilevel inverter cascaded h-bridge multilevel inverter. The multilevel inverter trigger method uses the PWM in-phase disposition technique in which all carrier signals are at the same phase angle, while the control method is based on the principle of Field-Oriented Control (FOC). FOC is used as the amplitude and frequency setting to control the speed of induction motor through multilevel inverter control technique. The simulation is done on Matlab 2014a Simulink with various loads. The simulation results show that although there are several different loads in 3 different loads, the induction motor can rotate at the desired speed. Can even reduce harmonic disturbances on the system with a total harmonic voltage is small.

Keywords: *Induction motor, speed, cascaded h-bridge, FOC, in-phase disposition PWM.*



LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat serta salam selalu kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan pencerahan kepada kita sekalian. Penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu dan bapak saya, Bapak Matdulla dan Ibu Sumi yang selalu ada buat saya, selalu menghidupi, mecukupi, mendukung dan mendoakan saya selama proses kuliah sampai menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Ir.Nurhadi,MT dan Bapak Dr.Ir.Ermanu A.H., MT selaku Guru dan pembimbing dalam menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih atas ilmu dan kesabaran bapak selama saya kuliah dan bimbingan-nya selama ini.
3. Terimakasih kepada bapak Dr.Zulfatman, ST., M.Eng yang telah banyak membimbing saya selama saya mengajukan seminar proposal.
4. Terimakasih saya persembahkan kepada bapak Ilham yang telah banyak memberi masukan dan saran kepada saya, yang selalu ada buat saya. Terimakasih pak untuk semuanya, dan juga buat kholid thank you sudah banyak membantu dan menemani selama ini.
5. Seluruh dosen teknik elektro serta TU Jurusan yang telah memberi saya banyak ilmu dan pengalaman selama saya kuliah.
6. Terimaaksih kepada bapak Ir.Diding Suhardi, MT selaku ketua laboratorium elektro UMM yang telah memberi kepercayaan dan kesempatan kepada saya untuk menjadi asisten lab elektro.
7. Seluruh laboran dan asisten Lab Elektro Bapak Hari dan Bapak Catur yang telah banyak memberkan ilmu kepada saya terimakasih juga buat asisten Thomi, Fachmy, Andi, Lili dan Desi semoga kita bisa bertugas bersama-samalagi di lain waktu, kalian luar biasa
8. Terimakasih buat teman kost terbaik saya rahardian dwisaputra (Pak Bos) dan maskur yang telah rela menjadi *audience* saa tsaya latihan seminar proposal.

9. Nuril Abrari, Khairul Huda, dan teman-teman elektroA 2013 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu teman seperjuangan selama ini dan untuk kenangan yang tak bisa dilupakan.

10. Terimakasih buat mas yuliono, mas dea, mas nizar, mas arif, dan mas endik yang telah banyak memberikan semangat dan referensi demi terselesainya penelitian saya.

Dan teman-teman lainnya yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Saya ucapkan terimakasih atas bantuan, dukungan, perhatiannya selama ini.



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul :

“Desain dan Simulasi *Cascaded H-bridge Multilevel Inverter* Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis *Variable Speed Drive*”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi dasar teori *cascaded h-bridge multilevel inverter*, *in-phase disposition PWM*, *Field-Oriented Control* (FOC).

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Malang, 27 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB IPENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Multilevel Inverter.....	4
2.2 <i>Sine-Triangle</i> Modulasi.....	5
2.2.1 <i>In-Phase Disposition</i> (IPD)	6
2.3 Transformasi Rangkaian Referensi	8
2.3.1 <i>abc/dq Frame Transformation</i>	8
2.3.2 <i>3/2 Stationary Transformation</i>	10
2.4 <i>Induction Motor Dynamic Models</i>	11
2.4.1 <i>Space Vector Motor Model</i>	11
2.4.2 <i>dq-axis Motor Model</i>	13
2.5 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Prinsip Kerja Blok Diagram	16
3.2 Perancangan Pemodelan Simulasi.....	17
3.2.1 Pemodelan Motor Induksi 3 Fasa	17
3.2.2 Pemodelan <i>9 Level Cascaded Multilevel Inverter</i>	19
3.2.3 Pemodelan <i>Vector Control</i>	22
3.2.3.1 <i>Current Calculation Diagram</i>	22
3.2.3.2 <i>Teta Calculation</i>	23
3.2.3.3 <i>Flux Calculation</i>	24
3.2.3.4 Blok Transformasi.....	24

3.2.3.5 PID Control	25
3.2.4 Pemodelan IPD PWM	26
3.2.5 Perhitungan	35
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Pengujian <i>Vector Control</i>	36
4.1.1 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s	36
4.1.2 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s	38
4.2 Pengujian In-Phase Disposition PWM	39
4.2.1 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s	39
4.2.2 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s	42
4.3 Pengujian 9 Level cascaded H-bridge multilevel inverter	45
4.3.1 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s Beban 0 Nm	46
4.3.2 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s Beban 30 Nm	48
4.3.3 Hasil Pengujian Saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s Beban 50 Nm	50
4.3.4 Hasil Pengujian saat Nilai ω_{ref} 100 rad/s Beban 0, 30, 50 Nm	53
4.3.5 Hasil Pengujian saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s Beban 0 Nm	55
4.3.6 Hasil Pengujian saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s Beban 30 Nm	57
4.3.7 Hasil Pengujian saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s Beban 50 Nm	59
4.3.8 Hasil Pengujian saat Nilai ω_{ref} 200 rad/s Beban 0, 30, 50 Nm	62
4.4 Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN	66
5.1 KESIMPULAN	66
5.2 SARAN	67
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Satu Fasa <i>Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter</i>	4
Gambar 2.2 Gelombang Tegangan Keluaran Fasa 11-Level <i>Cascaded H-Bridge</i>	5
Gambar 2.3 Gelombang SPWM Inverter Tiga Fasa	5
Gambar 2.4 Pola <i>Switching</i> Menggunakan Skema IPD <i>Carrier-Based PWM</i>	7
Gambar 2.5 Simulasi Dari Skema <i>Carrier-Based PWM</i> Menggunakan IPD.....	8
Gambar 2.6 Variabel Frame Stasioner Tiga Fasa (abc) dan Frame Sinkron Dua Fasa (dq)	9
Gambar 2.7 Dekomposisi Vektor Arus \vec{i}_s	10
Gambar 2.8 Model Vector Ruang Motor Induksi Pada Kerangka Acuan Acak...	13
Gambar 2.9 Model Vector Ruang Untuk Motor Induksi Sangkar Tupai.....	13
Gambar 2.10 Induction Motor dq-axis Model in The Arbitrary Reference Frame.....	14
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	16
Gambar 3.2 Model Motor Induksi Tiga Fasa	17
Gambar 3.3 <i>Configuration</i> Motor Induksi	18
Gambar 3.4 Parameter Motor Induksi Tiga Fasa	19
Gambar 3.5 Rangkaian 9Level <i>Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter</i>	20
Gambar 3.6 <i>Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)</i>	20
Gambar 3.7 Parameter Blok Sumber DC	21
Gambar 3.8 Blok Parameter <i>IGBT Default MATLAB</i>	21
Gambar 3.9 <i>Blok Vector Control</i>	22
Gambar 3.10 I_q^* <i>Calculation Diagram</i>	23
Gambar 3.11 I_d^* <i>Calculation Diagram</i>	23
Gambar 3.12 Rangkaian <i>Teta Calculation</i>	24
Gambar 3.13 Rangkaian <i>Flux Calculation</i>	24
Gambar 3.14 <i>ABC to dq Conversion</i>	25
Gambar 3.15 <i>dq to ABC Cnversion</i>	25

Gambar 3.16 Perancangan Kontrol <i>PID</i>	26
Gambar 3.17 Parameter <i>Kontrol PID</i>	26
Gambar 3.18 Pemodelan <i>IPD PWM 9Level Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter</i>	28
Gambar 3.19 Blok <i>IPD PWM</i>	29
Gambar 3.20 Blok Parameter <i>IPD PWM</i>	29
Gambar 3.21 Parameter Sinyal A_{m1}	30
Gambar 3.22 Parameter Sinyal A_{m2}	30
Gambar 3.23 Parameter Sinyal A_{m3}	31
Gambar 3.24 Parameter Sinyal A_{m4}	31
Gambar 3.25 Parameter Sinyal A_{m5}	32
Gambar 3.26 Parameter Sinyal A_{m6}	32
Gambar 3.27 Parameter Sinyal A_{m7}	33
Gambar 3.28 Parameter Sinyal A_{m8}	33
Gambar 3.29 Parameter Sinyal Fundamental Sudut 0 Derajat	34
Gambar 3.30 Parameter Sinyal Fundamental Sudut 120 Derajat	34
Gambar 3.31 Parameter Sinyal Fundamental Sudut -120 Derajat	35
Gambar 4.1 Model <i>CHMI</i> Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis <i>Variable Speed Drive</i>	36
Gambar 4.2 Respon arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 100 rad/s Beban 0 Nm.....	37
Gambar 4.3 Respon Arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 100 rad/s Beban 30 Nm .	37
Gambar 4.4 Respon Arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 100 rad/s Beban 50 Nm .	37
Gambar 4.5 Respon Arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 200 rad/s Beban 0 Nm ...	38
Gambar 4.6 Respon Arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 200 rad/s Beban 30 Nm .	38
Gambar 4.7 Respon Arus I^*_{abc} Saat <i>Speed Reference</i> 200 rad/s Beban 50 Nm .	39
Gambar 4.8 Metode SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa Beban 0 Nm.....	40
Gambar 4.9 Hasil SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa Beban 0 Nm.....	40
Gambar 4.10 Metode SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa Beban 30 Nm	41
Gambar 4.11 Hasil SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa beban 30 Nm.....	41
Gambar 4.12 Metode SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa Beban 50 Nm	42
Gambar 4.13 Hasil SPWM 9 Level <i>CHMI</i> 1 Fasa beban 50 Nm.....	42

Gambar 4.14 Metode SPWM 9 <i>CHMI</i> 1 Fasa Beban 0 Nm	43
Gambar 4.15 Hasil SPWM 9 <i>Level CHMI</i> 1 Fasa beban 0 Nm.....	43
Gambar 4.16 Metode SPWM 9 <i>Level CHMI</i> 1 Fasa Beban 30 Nm	44
Gambar 4.17 Hasil SPWM 9 <i>CHMI</i> 1 Fasa beban 30 Nm	44
Gambar 4.18 Metode SPWM 9 <i>Level CHMI</i> 1 Fasa Beban 50 Nm	45
Gambar 4.19 Hasil SPWM 9 <i>Level CHMI</i> 1 Fasa beban 50 Nm.....	45
Gambar 4.20 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0 Nm.....	46
Gambar 4.21 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0 Nm	47
Gambar 4.22 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0 Nm.....	47
Gambar 4.23 Arus Iabc Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0 Nm	47
Gambar 4.24 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0 Nm.....	48
Gambar 4.25 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 30 Nm.....	48
Gambar 4.26 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 30 Nm	49
Gambar 4.27 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 30 Nm.....	49
Gambar 4.28 Arus Iabc Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 30 Nm	50
Gambar 4.29 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 30 Nm.....	50
Gambar 4.30 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 50 Nm.....	51
Gambar 4.31 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 50 Nm	52
Gambar 4.32 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 50 Nm.....	52
Gambar 4.33 Arus Iabc Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 50 Nm	52
Gambar 4.34 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 50 Nm.....	53
Gambar 4.35 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0,30, 50 Nm.....	53
Gambar 4.36 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0,30,50 Nm.....	54
Gambar 4.37 Arus Iabc Saat $\omega_{ref}100$ rad/s Beban 0,30,50 Nm	54
Gambar 4.38 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 0 Nm.....	55
Gambar 4.39 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 0 Nm	56
Gambar 4.40 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 0 Nm.....	56
Gambar 4.41 Arus Iabc Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 0 Nm	56
Gambar 4.42 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 0 Nm.....	57
Gambar 4.43 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref}200$ rad/s Beban 30 Nm.....	57

Gambar 4.44 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 30 Nm	58
Gambar 4.45 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 30 Nm	58
Gambar 4.46 Arus I_{abc} Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 30 Nm	59
Gambar 4.47 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 30 Nm	59
Gambar 4.48 Tegangan Fasa ke Fasa Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 50 Nm	60
Gambar 4.49 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 50 Nm	61
Gambar 4.50 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 50 Nm	61
Gambar 4.51 Arus I_{abc} Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 50 Nm	61
Gambar 4.52 <i>Total Harmonic Distortion</i> Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 50 Nm	62
Gambar 4.53 Kecepatan Motor Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 0,30,50 Nm	62
Gambar 4.54 <i>Electromagnetic Torque</i> Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 0,30,50 Nm	63
Gambar 4.55 Arus I_{abc} Saat $\omega_{ref} 200$ rad/s Beban 0,30,50 Nm	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter Motor Induksi Tiga Fasa.....	17
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian.....	64
Tabel 4.2 Data Tanggapan Sistem	65



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. de Almeida, P. Bertoldi, and W. Leonhard, *Energy Efficiency Improvements in Electric Motors*. Berlin: Springer-Verlag, 1997.
- [2] El-Hawary, *HIGH-POWER CONVERTER AND DRIVES*. USA: John Wiley & Sons, 2006.
- [3] G. S. Buja and M. P. Kazmierkowski, "Direct torque control of PWM inverter-fed AC motors," *IEEE Trans. Ind. Electron*, vol. 51, no. 4, pp. 744–757, 2004.
- [4] P. W. Hammond, "A New Approach to Enhance Power Quality for Medium Voltage AC Drives," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 33, no. 1, pp. 202–208, 1997.
- [5] M. N. Arifansyah, "Analisis Dan Simulasi Cascaded Multilevel Inverter Sebagai Sumber Motor Induksi," *J. UMM*, vol. xx, no. xx, pp. 1–8, 2016.
- [6] M. . Rashid, *Power Electronics Handbook: Devices, Circuits and Applications - Muhammad H. Rashid - Google Books*. USA: Butterworth-Heinemann, 2011.
- [7] F Pasila and B Krisnawan, "Desain Flux Vector Control Inverter 3 Fasa Pada Motor... - Google Scholar," *J. Tek. Elektro*, 2004.
- [8] P Krause, O Wasynczuk, SD Sudhoff, and S Pekarek, *Analysis of electric machinery and drive systems*, 2nd edition. New York: Wiley-IEEE Press, 2013.
- [9] Y Panda, "Analysis of Cascaded Multilevel Inverter Induction Motor Drives," 2010.
- [10] I. Boldear and S. A. Nasar, *Electric Drives - Google Scholar*. CRC Press, 1999.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ELEKTRO & PROGRAM STUDI D3 ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464313 Psw. 129 Malang

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI SKRIPSI

Nama : HIAFANDI
NIM : 2013 1013 0311 003
Nomor & Tgl. SK : E.6.9/213/FT/UMM/V/2017, 30 Mei s.d 30-09-17
Judul Tugas Akhir : DESAIN DAN SIMULASI CASCADED H-BRIDGE
MULTILEVEL INVERTER SEBAGAI KONTROL MOTOR INDUKSI
TIGA FASA BERBASIS VARIABLE SPEED DRIVE

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Ttd
1.	6 Juni 17	Bab I dan II dilanjutkan	f
2.	9 Juli 17	Bab III: hand inga dimodifikasi dengan close loop controller	f
3.	6 Juli 17	Bab II ke IV Analisis dari hand bab III	f
4.	12 Juli 17	di lanjutkan ke BAB IV Hand dan analisis	f
5.	27 Juli 17	Bab II & Control : PWM.	f
6.	7 Agt 17	Bab IV pengujian simulasi	f
7.	11/Sep/17	Analisis hasil (hasil)	f
8.	22/Sep/17	Laporan akhir	f

Catatan : Konsultasi Tugas Akhir ke Dosen Pembimbing **Minimal 5 kali**

Malang, 22/sep/17
Dosen Pembimbing,


(.....)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ELEKTRO & PROGRAM STUDI D3 ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464313 Psw. 129 Malang

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI SKRIPSI

Nama : HIAFANDI
NIM : 2013 1013 0311 003
Nomor & Tgl. SK : E.6.9/213/FT/UMM/V/2017, 30 MEI - 30/09/2017
Judul Tugas Akhir : DESAIN DAN SIMULASI CASCADED H-BRIDGE
MULTILEVEL INVERTER BERBASIS KONTROL MOTOR INDUKSI
TIGA FASE BERBASIS VARIABLE FREED DRIVE

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Ttd
	12 Juni '17	Bab I dan II GK	
	10 Juli '17	Bab III Permodelan dan Prmr	
	29 Juli '17	Bab IV OK	
	21 Agt '17	Coba hitung juga untuk analisis ts	
	29/Agst '17	OK Ts dan Tr	
	22 Spt '17	Ada	

Catatan : Konsultasi Tugas Akhir ke Dosen Pembimbing **Minimal 5 kali**

Malang, 22 Sep 17
Dosen Pembimbing,

(.....)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax.
0341 - 460782

FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hafandi
NIM : 201310130311003
Judul TA : *Desain dan Simulasi Cascaded H-bridge Multilevel Inverter Sebagai Kontrol Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Variable Speed Drive*


Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	50 %	21 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	50 %	8 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	50 %	8 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	50 %	4 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	50 %	8 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	40 %	12 %

Dosen Pembimbing I Menyetujui,


Ir. Nurhadi, MT
NIDN. 0731126202

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Ermanu A.H., MT
NIDN.0705056501

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro




Ir. Nur Alif Mardiyah, MT
NIDN. 0718036502